



V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005



MODERNAS TECNOLOGIAS Y SERVICIOS INTERNACIONALES PARA LA EDUCACION SUPERIOR DE GEODESIA EN AMERICA DEL SUR

**José Luis Vacaflor¹ ; Nardo Geronimo López Ferneti¹ ; José Rodolfo Golbach¹
Silvia Ester Busab de Abdenur² ; Sandra Monica Corral¹**

¹Departamento de Geodesia y Topografía. FACEyT. Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Avenida Independencia 1800. (4000) San Miguel de Tucumán. Argentina. E-mail : vacaflor@arnet.com.ar

²Departamento de Matemática. FACEyT. UNT.

“ Reconocemos que la educación, el conocimiento, la información y la comunicación son esenciales para el progreso, la iniciativa y el bienestar de los seres humanos. Es más, las tecnologías de la información y las telecomunicaciones (TIC) tienen inmensas repercusiones en prácticamente todos los aspectos de nuestras vidas. El rápido progreso de estas tecnologías brinda oportunidades sin precedentes para alcanzar niveles más elevados de desarrollo. La capacidad de las TIC para reducir muchos obstáculos tradicionales, especialmente el tiempo y la distancia, posibilitan, por primera vez en la historia, el uso del potencial de estas tecnologías en beneficios de millones de personas en todo el mundo ”

Declaración de Principios
Cumbre Mundial sobre la
Sociedad de la Información
Ginebra 2003 – Túnez 2005
(Documento WSIS-03-Geneva-4-S)
12 de Mayo de 2004



V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005



RESUMEN

En este trabajo se analiza las principales influencias en la educación superior en Geodesia en América del Sur que tienen un conjunto de modernas tecnologías : sus observaciones y productos, que son compilados, organizados y difundidos en Internet por algunos servicios Internacionales de la Asociación Internacional de Geodesia.

Se determina que dichas organizaciones constituyen una fuente muy significativa de recursos para la educación . Se observa que estas estructuras basadas en la cooperación internacional disponibles en Internet, son insumos de alta calidad para la ejecución de proyectos pedagógicos en Geodesia que tienen en sus objetivos el favorecer que el alumno relacione los nuevos avances producidos en la ciencia con los esquemas cognitivos previos y producir significativos avances cualitativos en el conocimiento. En este contexto, se realizan una serie de recomendaciones en el marco de la gestión universitaria en el área de Geodesia.

1. INTRODUCCION. GEODESIA Y EL DESARROLLO DE AMERICA DEL SUR

En la actualidad la Geodesia es una ciencia altamente interdisciplinaria que utiliza modernas tecnologías como : satélites y aviones equipados con sensores remotos y equipos de medición en la superficie con el fin de estudiar la forma y tamaño de la Tierra, de los planetas y sus satélites y sus correspondientes variaciones en el tiempo. La Geodesia se ocupa también de estudiar el campo de gravedad , la orientación de la Tierra en el espacio y sus variaciones temporales. En este sentido se encuentra organizada fundamentalmente la Asociación Internacional de Geodesia (IAG, <http://www.iag-aig.org/>).

Más aún, una parte importante de sus objetivos actualmente es el establecimiento de un ambicioso Sistema Integrado de Observación Global Geodésico (IGGOS) (Beutler, G. et. al., 2003), (Beutler, G. et. al., 2004), (Rummel, R. et. al., 2001).

Con el fin de alcanzar algunas de estos objetivos, los Geodestas diseñan y realizan numerosas actividades y experiencias que son de gran utilidad para resolver cuestiones fundamentales de interés público y privado en la sociedad.

La Geodesia colabora en el monitoreo geofísico y geológico de volcanes activos y de actividad sísmica, en incrementar el conocimiento sobre la actividad tectónica activa en general y en la evaluación del potencial sísmico mediante la caracterización de las regiones activas mediante mediciones de deformación de la corteza terrestre. Todos estos temas son actualmente prioridades científicas en Argentina , veáse por ejemplo los documentos : “Elementos de Diagnóstico y prioridades en Ciencia y Tecnología para los recursos naturales, (SECyT, 2004) y el “ Plan Espacial Nacional, Argentina en el Espacio 2004-2015” (CONAE, 2004).



V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005



En relación a algunas tareas de posicionamiento global en tres dimensiones -características de la llamada *Geodesia Geométrica*- los Ingenieros geodestas regularmente proyectan y construyen en todo el mundo estructuras llamadas “redes geodésicas” para determinar muy precisamente posiciones y velocidades de puntos ó estaciones de observación respecto -por ejemplo- a un sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRF) cuidadosamente definido, realizado y mantenido por el Servicio Internacional de Rotación de la Tierra y Sistema de Referencia (IERS, <http://www.iers.org/>).

Cabe agregar que, el IERS es uno de los servicios de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG).

Asimismo, el IERS utiliza para la producción del ITRF en distintas épocas, información sobre posiciones y velocidades de puntos en la superficie obtenidos, compilados y difundidos independientemente a través de Internet por otros servicios de la IAG que utilizan diferentes tecnologías de medición espacial :

- a) El Servicio Internacional de Sistemas Globales de Navegación por Satélites (GNSS) el cual comprende los sistemas GPS, GLONASS y próximamente GALILEO. Este servicio se llamo originalmente el Servicio Internacional de GPS .
- b) Servicio Internacional de Medición por Laser (ILRS , <http://ilrs.gsfc.nasa.gov/>)
- c) Servicio Internacional de Interferometría de muy Larga Base (VLBI) para Geodesia y Astrometría (<http://ivscc.gsfc.nasa.gov/>).
- d) Servicio Internacional de Orbitografía Doppler por Radioposicionamiento Integrado por Satelite (DORIS, <http://ids.cls.fr/>).

Estas redes geodésicas son muy útiles para los países para establecer-por ejemplo- marcos confiables para : georeferenciar los levantamientos cartograficos y los catastros multipropósitos (parcelarios, de minería, etc.) que se realizan, sirviendo de este modo en forma muy significativa al ordenamiento territorial , al planeamiento urbano y rural y a la gestión ambiental.

Una de las mayores realizaciones en términos de red geodésica en América del Sur iniciada en los últimos años mediante el uso de Tecnología satelital GPS (Sistema Global de Posicionamiento) es la llamada red SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur).

Como puede observarse en la Figura Nro.1 provista por el Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística (IBGE), la red SIRGAS ya se extiende más allá de América del Sur, cubriendo además América Central y-aunque en forma menos densa- América del Norte.

V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005

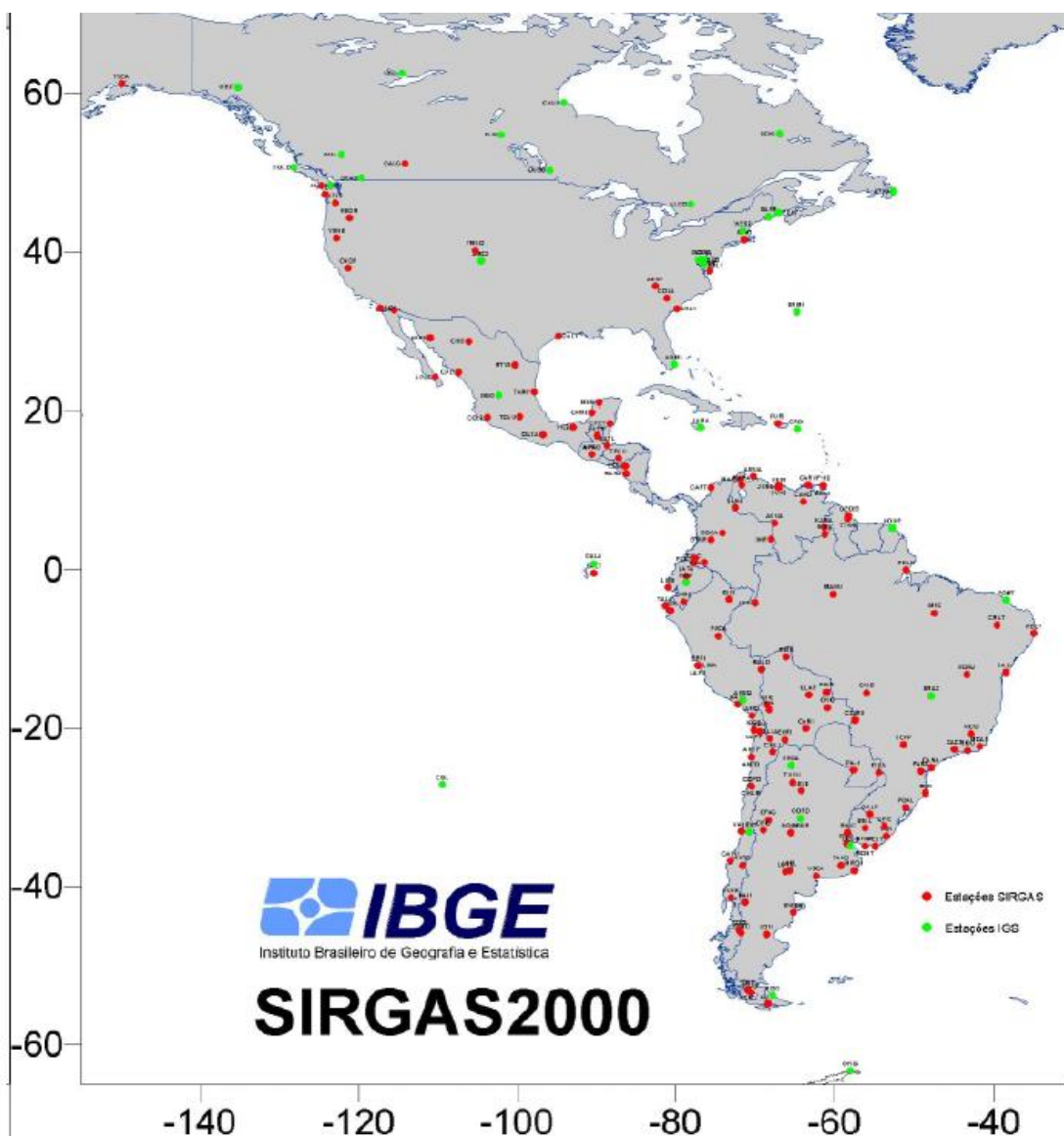


Figura Nro. 1

En general, todos los países de America del Sur están estableciendo sus redes geodésicas fundamentales vinculadas a SIRGAS.



V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005



Por otro lado, SIRGAS es una densificación de un sector de la red global definida, realizada y mantenida por El Servicio Internacional de Sistemas Globales de Navegación por Satélites (GNSS).

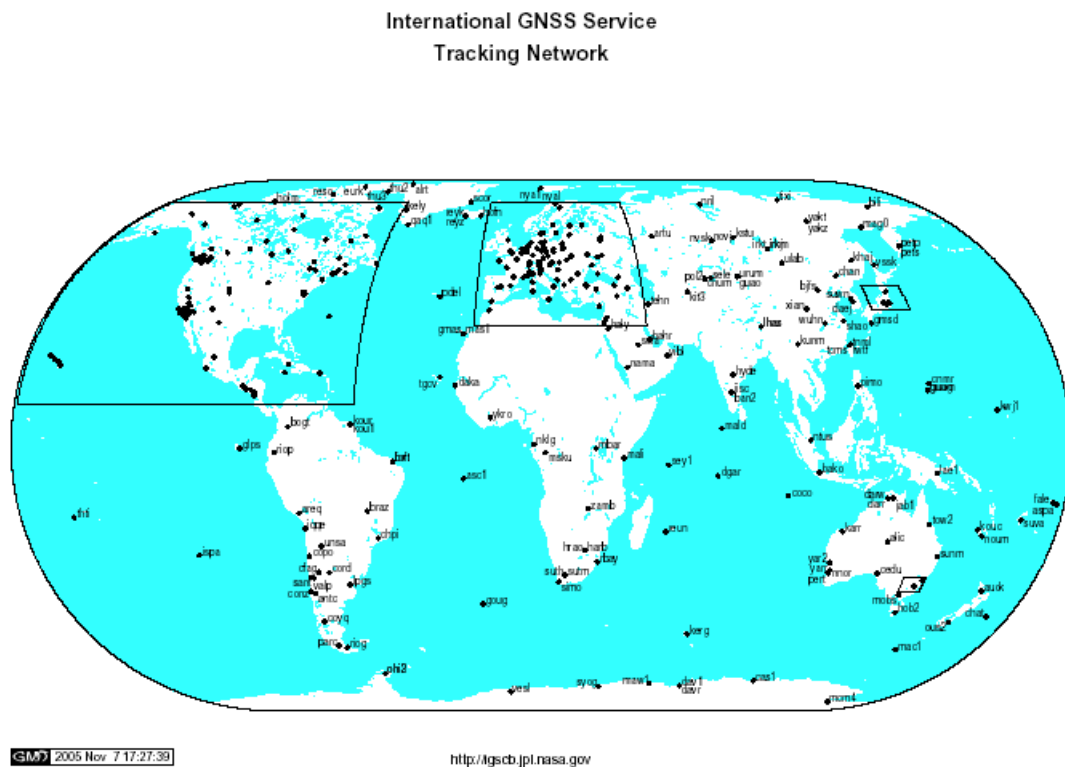


Figura Nro. 2

Otras tareas de alto impacto y beneficio a la sociedad que realizan actualmente los geodestas con modernas tecnologías dentro de las áreas de la *Geodesia Geométrica*, *Geodesia Física*, *Sensores Remotos* y *Sistemas de Información Geográfica* son-por ejemplo- la utilización de las observaciones y productos en numerosas investigaciones y aplicaciones del Sistema de Información y Datos (EOSDIS) del programa “Earth Science Enterprise” (ESE) de la NASA que incluye - entre otros datos- información sobre Atmósfera, Radiación Solar, Suelo,



V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005



Océanos y Criosfera recogida por los satélites del programa EOS (Earth Observing System) e información sobre variaciones del campo de gravedad, alturas, etc. del programa “Earth System Science Pathfinder” (ESSP) (King, M et. al., 1999) , (King, M. et. al., 2004) , (Parkinson, C et. al., 2000) ; información recolectada por los satélites del programa de observación de la Tierra de la Agencia Espacial Europea “Living Planet Programme” ; observaciones in situ de redes gravimétricas y magnetométricas disponibles en bancos de datos de diversos organismos nacionales e internacionales ; información y productos difundidos por el Centro Global de Fluidos Geofísicos (GGFC) del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra y Sistema de Referencia (IERS).

En relación a las variaciones del geoide en América del Sur y en nuestro país, de particular interés son las misiones espaciales CHAMP (Challenging MiniSatellite Payload for Geophysical Research and Application) ,GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) , GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer), ICESat (Ice, Cloud and Land Elevation Satellite) , JASON y SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).

Estas misiones espaciales son particularmente importantes para conocer la cantidad, los mecanismos de transporte y redistribución del agua dulce almacenada en nuestro continente y en el país, en los lagos, cursos de agua, reservorios artificiales, humedad del suelo, acuíferos y biomasa, lo cual es fundamental para el desarrollo de nuestra población y para la protección de nuestro medio ambiente.

Asimismo son fundamentales para conocer las características del movimiento de las masas provenientes de erupciones volcánicas, dislocaciones pre-sísmicas, cosísmicas y post-sísmicas asociadas a los terremotos en nuestro continente y país.

En relación a las investigaciones sobre el geoide y campo de gravedad la IAG cuenta especialmente con los servicios :

- Buro Gravimétrico Internacional(BGI) (<http://bgi.cnes.fr:8110/>)
- El Servicio Internacional del Geoide(IGeS) (<http://www.iges.polimi.it/>)

A esta lista se le agregan :

- El Centro Internacional para Mareas de la Tierra(ICET) (<http://www.astro.oma.be/ICET/index.html>)
- El Servicio permanente para el nivel medio del mar (<http://www.pol.ac.uk/>)
- La sección tiempo del Buro Internacional de Pesas y Medidas (<http://www.bipm.org/>)
- Servicio bibliográfico de la IAG (www.leipzig.ifag.de)



V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005



De lo expuesto, se concluye claramente que los productos generados por las modernas tecnologías y los actuales Servicios Internacionales de la IAG son muy importantes en diversos aspectos relacionados con el desarrollo de América del Sur.

A continuación, examinaremos algunos de estos servicios desde la perspectiva de la potencialidad que ellos poseen como recurso para la educación superior de Geodesia, especialmente en nuestra región.

2. SERVICIOS INTERNACIONALES DE LA IAG Y LA EDUCACION SUPERIOR DE GEODESIA EN AMERICA DEL SUR

En América del Sur la enseñanza superior de Geodesia se desarrolla en Centros de enseñanza superior en donde se dictan las carreras : Ingeniería Geodésica y Geofísica (por ejemplo, Universidad Nacional de Tucumán y Universidad de Buenos Aires) ; Ingeniería Geodésica (por ejemplo, Universidad del Zulia, Venezuela) ; Ingeniería Geográfica (por ejemplo, en la Escuela Superior Técnica del Ejercito, Buenos Aires) ; Ingeniería en Agrimensura y Agrimensura .

En general para las carreras de Ingeniería Geodésica e Ingeniería Geográfica los cursos de Geodesia se segmentan principalmente en Geodesia Geométrica y Geodesia Física.

Para Geodesia Geométrica los contenidos por lo general incluyen temas como : Levantamiento geodésicos y Cartografía. La Tierra como esferoide. Sistemas de referencia. Problemas atinentes a la definición del centro de masas de la tierra. Redes geodésicas. Conexiones Internacionales.

El elipsoide de referencia y el punto fundamental de un levantamiento. Definición de los parámetros a considerar. La ecuación de Laplace, su importancia en el control de la orientación. Transformación de coordenadas.

También en muchos casos incluye los temas : Compensación de redes geodésicas. Los problemas básicos del cálculo de compensación. Problema del Datum, de configuración, de adjudicación de pesos y de densificación. Compensación de una triangulación. Compensación de una trilateración. Compensación combinada. Compensación de levantamientos tridimensionales. (3 D).

También comprende los temas : determinaciones astronómicas de precisión. Obtención de la latitud por observaciones en su culminación. Obtención de la longitud astronómica por la observaciones de parejas de estrellas a Zenital constante. Determinación del azimut astronómico a partir de observaciones sobre elongaciones de estrellas polarísimas.

Sistemas de posicionamiento global (GPS). Errores en GPS. Posicionamiento relativo. Compensación de redes GPS.



V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005



Asimismo, también se incluyen los temas : Geodesia y Geodinámica. Descripción y análisis de sus relaciones. Teoría de las Placas Tectónicas de la Tierra. Deformaciones de la corteza terrestre obtenidas por la Tecnología Satelital..

A continuación se realizó un estudio de los productos disponibles en el sitio de Internet del Servicio IERS de la IAG desde la perspectiva de fuente de recursos para la educación, el cual como ya se explicó en la sección 1, utiliza información provista por los servicios GNSS, ILRS, VLBI y DORIS y se concluyó que el IERS contiene una gran cantidad de información que puede ser utilizada para la enseñanza en los cursos de Geodesia Geométrica , Geodinámica y Teoría de Errores y Compensación.

Efectivamente, esto se hace fácilmente visible si se tiene en cuenta que -por ejemplo- utilizando las diversas soluciones ITRFyy (nota : “yy” se refiere a cualquiera de las épocas:1992,1993,1994,1996,1997,2000) disponibles (en el sitio de Internet, <http://www.iers.org/iers/products/itrf/>) las cuales proveen de posición y velocidad de puntos en todo el mundo, incluyendo América del Sur con sus correspondientes matrices de varianza-covarianza (dado en formato SINEX , <http://tau.fesg.tu-muenchen.de/~iers/web/sinex/format.php>) una considerable variedad de problemas pueden ser planteados en el desarrollo de los cursos de enseñanza ó en las instancias del proyecto final, tales como :

- a) Determinar las variaciones anuales y sus correspondientes medidas de precisión en las distancias entre puntos en la región de América del Sur, utilizando en forma completa los archivos SINEX disponibles y aplicando la Ley General de Propagación de Errores.
- b) Determinar el movimiento de las placas tectónicas en la región de América del Sur. Esto significa calcular el vector de Euler de una cierta placa mediante la resolución del problema inverso a partir de velocidades ITRFyy de puntos seleccionados y ubicados en la placa. Calcular la elipse de error absoluta de posición para el correspondiente Polo de Euler.
- c) Comparar e investigar las discrepancias observadas entre los modelos cinemáticos del movimiento de placas tectónicas derivados de técnicas geodésicas y los provenientes de modelos geofísicos.
- d) Ejecutar sobre un dado conjunto de puntos transformaciones entre los distintos sistemas ITRFyy.
- e) Utilizar la serie de parámetros de orientación de la Tierra (EOP), la cual se publica y actualiza periódicamente, para describir las irregularidades en la rotación de la Tierra.



V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005



Además de estos problemas, mediante la exploración de los vínculos que el sitio en Internet del IERS, tiene se estimulan en el alumno una serie de procesos reflexivos que se relacionan con la búsqueda, discriminación, y sopeso de información pertinente y vinculada con los aprendizajes de la Geodesia Geométrica .

Asimismo, en <http://www.iers.org/iers/publications/> , información muy útil en la forma de mensajes, boletines, notas técnicas y reportes anuales se encuentran disponibles. De particular importancia teórico-práctico son las llamadas “IERS Conventions” 1996 y 2003.

Similarmente, los contenidos en Geodesia Física que generalmente se incluyen son : Gravedad, aceleración centrífuga debida a la rotación de la tierra. Estructura interna de la tierra. Forma de la tierra.

Teoría potencial, aplicación de las funciones armónicas a la determinación de la figura de la tierra. Problemas de contorno de la teoría potencial. Polinomios de Legendre. Desarrollo del potencial gravitacional en armónicos esféricos. Teorema de Mc Cullagh. Teorema de los armónicos esféricos de superficie. Integral de Poisson.

Potencial gravitatorio terrestre. Modelo geopotencial. Relaciones de Clairaut. Fórmula de Somigliana.

El campo de gravedad anómalo. Anomalías de gravedad. Isostasia. Desviación de la vertical. Aprovechamiento geológico de los mapas de anomalías residuales. Fórmula de Bruns. Ecuación fundamental de la geodesia física. Anomalía de gravedad fuera de la tierra. Continuación del campo potencial hacia arriba. Fórmula de Stokes.

Desviación de la vertical. Fórmula de Vening Meinez. Efecto de regiones próximas y lejanas. Reducciones y anomalías de la gravedad. Efecto indirecto, cogeode. Mapas gravimétricos. Mareas terrestres. Potencial y fuerza de marea. Desarrollo armónico. Potencial y fuerza de marea en una tierra elástica. Números de Love. Número de Shida. Sistemas de altura. Alturas geométricas. Alturas ortométricas. Alturas normales. Optimización y ajuste de los datos brutos de nivelación. Redes de nivelación y deformación de corteza. Determinación astrogeodésica y astrogravimétrica del geoide. Nivelación astronómica. Método de molodensky. Ecuación integral. Interpretación geométrica. Determinación del geoide con anomalías a nivel de terreno.

Métodos estadísticos en geodesia física. Función covarianza. Influencia de las zonas distantes en la fórmula de Stokes. Interpolación y extrapolación de las anomalías de gravedad. Precisión de los armónicos esféricos. Precisión de las ondulaciones del geoide a partir de las observaciones Gravedad.

En forma análoga al caso anterior, es posible diseñar una conjunto de experiencias educativas muy útiles utilizando la información de lo servicios :



V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005



- Buro Gravimétrico Internacional(BGI) (<http://bgi.cnes.fr:8110/>)
- El Servicio Internacional del Geoide(IGeS) (<http://www.iges.polimi.it/>)

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de la información aportada se demuestra que los servicios internacionales de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) son muy buenos recursos o insumos para el diseño o ejecución de proyectos pedagógicos para la enseñanza superior universitaria de Geodesia que tienen en sus objetivos el favorecer que el alumno relacione los nuevos avances producidos en la ciencia con los esquemas cognitivos previos y producir significativos avances cualitativos en el conocimiento.

En este sentido, estos servicios influyen en forma muy positiva en el ámbito universitario en donde se enseña Geodesia y pueden ser consideradas aliadas del aprendizaje pues ayudan a superar algunas debilidades que los actuales modelos de transmisión-recepción presentan.

Se concluye además, que la utilización en este sentido de la información difundida en Internet por estos servicios internacionales favorece la creación de espacios de discusión, ejercitación variada, análisis detallado de las estrategias de resolución de los problemas geodésicos planteados en clase ó en proyectos finales, y asimismo la identificación de problemas y soluciones.

A partir de estas conclusiones, y considerando además la gran importancia que tienen las actividades geodésicas utilizando las modernas tecnologías anteriormente descritas para el desarrollo social y económico de América del Sur, *recomendamos principalmente que se incorporen en los planes de estudios y proyectos curriculares de las carreras universitarias que enseñan Geodesia en América del Sur, el uso de las observaciones y productos de las modernas tecnologías disponibles en los servicios de la IAG mediante Internet.*

Por otro lado, recomendamos además :

- Que desde los correspondientes sectores institucionales y de politicas universitarias de los países de América del Sur se impulsen todas las acciones necesarias para que : a) se realicen las adecuadas inversiones en tecnología que aseguren el acceso a Internet en banda ancha para todos los Departamentos, Institutos, Laboratorios y Cátedras que desarrollen tareas de enseñanza e investigación en Geodésia ; b) se conformen redes académicas en Geodesia utilizando Internet, para el intercambio de las experiencias y de los resultados de las investigaciones educativas realizados por los grupos que utilicen los servicios internacionales de la IAG para la enseñanza de la Geodesia.



V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005



- Que la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del SECyT la cual es muy utilizada mediante Internet por alumnos, docentes e investigadores de nuestras universidades incorpore un mayor número de publicaciones de Geodesia.

4. REFERENCIAS

- Beutler, G ; Drewes, H and Verдум, A (2003) : The new structure of the International Association of Geodesy (IAG) viewed from the perspective of history.pp.1-10.
- Beutler, Gerhard (2004) : Revolution in Geodesy and Surveying. International Federation of Surveyors, article of the month, july 2004. pp.1-19.
- King, Michael D and Greenstone, Reynold (1999) : EOS Reference Handbook. A guide to NASA's Earth Science Enterprise and the Earth Observing System. EOS Project Science Office,Code 900. NASA/Goddard Space Flight Center., pp.1-361
- CONAE (2004) : “ Plan Espacial Nacional, Argentina en el Espacio 2004-2015”. Resumen Ejecutivo.
- King, Michael D ; Closs, Jim ; Spangler, Sterling ; Greenstone, Renny ; Wharton, Stephen ; Myers, Monica and Parkinson, Claire (2004) : EOS Data Products Handbook. TRMM-Terra-Data Assimilation System. NASA Goddard Space Flight Center. Volume 1, revised 2004, pp.1-259. Greenbelt, Maryland, printed April 2003.
- McCarthy, D.D (1996.): [IERS Conventions \(1996\)](#)
- McCarthy,D.D y Petit,G (2004): [IERS Conventions \(2003\)](#).
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Secretaria de Ciencia, Tecnología e Innovación productiva. Dirección Nacional de programas y proyectos especiales. SECyT. Programa especial recursos naturales renovables, no renovables y prevención de catástrofes naturales (2004) : Elementos de Diagnóstico y prioridades en ciencia y tecnología para los recursos naturales.



V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur

PODER, GOBIERNO Y ESTRATEGIAS EN LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA DEL SUR

Mar del Plata; 8, 9 y 10 de Diciembre de 2005



- Parkinson, Claire L and Greenstone, Reynold (2000) : EOS Data Products Handbook. Volume 2. ACRIMSAT-Aqua-Jason-1-Landsat7-Meteor3M/SAGE III-QuikScat-QuikTOMS-VCL. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, October 2000, pp.1-253.
- Rummel, R ; Drewes, H and Beutler, G (2001) : Integrated Global Geodetic Observing System (IGGOS) : A Candidate IAG Project. Published in the Proc. of the International Association of Geodesy Symposia, Vol. 125, "Vistas for Geodesy in the New Millennium", IAG 2001 Scientific Assembly, Budapest, Hungary, September 2-7, 2001. Edited by Ádám, J and Schwarz, K.P, ISSN 0939-9585 ; ISBN 3-540-43454-2 , Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, pp.609-615.